



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77152

Kazuo HAKAMATA

Appln. No.: 10/651,215

Group Art Unit: 3736

Confirmation No.: 7638

Examiner: Not Yet Assigned

Filed: **August 29, 2003**

For: IMAGING APPARATUS

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is one (1) certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

Darryl Mexic  
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE  
**23373**  
CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2003-282793

Date: **October 14, 2003**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日      2003年 7月30日  
Date of Application:

Kazuo HAKAMATA  
IMAGING APPARATUS  
Date Filed: August 29, 2003  
Darryl Mexic  
1 of 1

Q77152

(202) 293-7060

出願番号      特願 2003-282793  
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP 2003-282793]

出願人      富士写真フィルム株式会社  
Applicant(s):

2003年 9月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫

【書類名】 特許願  
【整理番号】 P27816JK  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 A61B 1/00  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フィルム株式会社内  
【氏名】 脇田 和男  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005201  
【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100073184  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 柳田 征史  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100090468  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 佐久間 剛  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2002-254734  
【出願日】 平成14年 8月30日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 008969  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9814441

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項1】**

撮像により各画素において取得される信号電荷を増倍する電荷増倍部を有し、前記各画素のフルウェルサイズが装置仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量の1/Mである固体撮像手段と、

前記固体撮像手段から前記信号電荷の読み出しを所定時間当たりにN回行う読出手段とを備え、

各画素のフルウェルサイズが前記電子量と等しい基準固体撮像手段から前記所定時間当たりに1回前記信号電荷の読み出しを行った場合におけるダークノイズをn<sub>d</sub>、読出ノイズをn<sub>r</sub>とした場合、前記M、前記N、前記ダークノイズn<sub>d</sub>および前記読出ノイズn<sub>r</sub>が下記の関係を満たすことを特徴とする撮像装置。

$$n_d (1 - 1/M) > n_r^2 (N^2 - 1)$$

**【請求項2】**

さらに下記の関係を満たすことを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

$$n_r^2 / n_d = 1 / (2NM^2)$$

**【請求項3】**

照明光を被測定部まで導光して照射する照射手段と、該照射手段による前記照明光の照射により前記被測定部から発生する光学像を撮像する請求項1または2記載の撮像装置とを備えたことを特徴とする画像撮像装置。

**【請求項4】**

前記照射手段および前記撮像装置の一部または全部が、生体内部に挿入される挿入部を有する内視鏡の形態であることを特徴とする請求項3記載の画像撮像装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】撮像装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電子増倍部を有する固体撮像手段を用いた撮像装置およびこの撮像装置を用いた画像撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、光学像を電気信号に変換するCCD等の固体撮像素子を用いて、観察部の光学像を撮像する撮像装置が知られている。また、近年、特許文献1に記載されたような増倍率制御信号に基づいた増倍率で、撮像された信号電荷を増倍する電荷増倍型の固体撮像素子が開発され、この固体撮像素子を搭載することにより、撮像装置の撮像感度の向上および撮像感度の制御が可能となっている。すなわち、光学像の光量が、従来の撮像素子を用いて撮像するには不十分な場合であっても、この固体撮像素子を用いて撮像を行えば、視認可能な画像として表示することができ、また適宜撮像感度を撮像条件に合わせて制御することも可能である。このような電荷増倍手段を備えた電荷増倍型の固体撮像素子は、CMD (Charge Multiplying Detector) - CCDと呼ばれ、強度の電界領域中で電導電子と原子を衝突させ、このイオン化によって生じる電荷増倍効果により信号電荷を増倍し、撮像素子の撮像感度を向上させるものである。

【0003】

電荷増倍型の固体撮像素子においては、電荷増倍手段は、信号電荷を順次信号電圧に変換して出力信号として取り出す電荷検出回路より前段において信号電荷を増倍するため、電荷検出回路において生じる読出ノイズを増倍することなく、出力信号のS/Nを向上させることができる。したがって、電荷増倍型の固体撮像素子を用いることにより、光学像の光量が不十分な環境下での撮像を行うことがある撮像装置において、出力信号のS/Nの向上が可能となる。

【0004】

また、従来より固体撮像素子を搭載した内視鏡装置が広く用いられている。これらの内視鏡装置は、固体撮像素子により撮像した画像をモニタ等に表示することにより複数の人間が同時に観察することができる利点を有し、また、撮像した画像を表示する前に種々の画像処理を施すことにより、画像を強調してモニタ上に表示することもでき、医療の発展に大きく貢献している。

【0005】

一方、近年では、内視鏡の細径化が進み、従来の消化器系に限らず、気管支や耳鼻咽喉、関節等へも適用されている。しかしながら、内視鏡の細径化にともない、照明光を伝送するライトガイドの本数も制限されるため、十分な照明光を照射することができない場合が生じ、所望の撮像感度で撮像可能な装置の開発が望まれていた。また、上述した励起光を照射して生体組織が発する蛍光を観察する蛍光観察等も行われている。生体組織が発する蛍光は微弱であり、撮像不可能な場合も生じるため、所望の撮像感度で撮像可能な装置の開発が待たれていた。これらの問題を解決するために、上記の電荷増倍型の固体撮像素子を、内視鏡装置へ搭載した装置が、特許文献2に開示されている。

【特許文献1】特開平7-176721号公報

【特許文献2】特開2001-29313号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、電荷増倍型の固体撮像素子を用いることにより、読出ノイズが少なくなるため、S/Nを向上させた出力信号を得ることができる。またその一方で、電荷増倍型の固体撮像手段においては、得られる出力データのノイズは、ダークノイズが支配的となる。さらに、高温下で撮影を行ったり、フルウェルサイズの大きい固体撮像素子を用いた場合

、さらには信号電荷の読出時間が長い状況下においては、信号電荷に含まれるダークノイズが増倍される。このため、電荷増倍型の固体撮像素子においては、信号電荷が増倍されることによりダークノイズも増倍されてしまい、その結果、電荷増倍型の固体撮像素子を用いることにより読出ノイズが少なくなっても、出力信号のS/Nを向上させることができなくなってしまうという問題がある。

#### 【0007】

このため、固体撮像素子を冷却してダークノイズを低減することが考えられるが、内視鏡のように生体内部に挿入される部分に固体撮像素子を設けた場合、冷却装置の搭載は困難である。さらには、内視鏡は撮影時に被写体に照明光が照射されるため、照明光による温度の上昇に起因するダークノイズの増大を避けることができないという問題もある。

#### 【0008】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、電荷増倍型の固体撮像素子を用いた撮像装置において、ノイズを低減してS/Nの良好な出力信号を得ることを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明による撮像装置は、撮像により各画素において取得される信号電荷を増倍する電荷増倍部を有し、前記各画素のフルウェルサイズが装置仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量の1/Mである固体撮像手段と、

前記固体撮像手段から前記信号電荷の読み出しを所定時間当たりにN回行う読出手段とを備え、

各画素のフルウェルサイズが前記電子量と等しい準固体撮像手段から前記所定時間当たりに1回前記信号電荷の読み出しを行った場合におけるダークノイズをn\_d、読出ノイズをn\_rとした場合、前記M、前記N、前記ダークノイズn\_dおよび前記読出ノイズn\_rが

$$n_d (1 - 1/M) > n_r^2 (N^2 - 1)$$

の関係を満たすことを特徴とするものである。

#### 【0010】

「フルウェルサイズ」とは、1画素に蓄積可能な最大の電子量のことをいう。

#### 【0011】

「装置仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量」とは、本発明による撮像装置を適用した内視鏡装置等の装置において、装置の仕様に依存する撮像面の照度およびフレームレート等に基づいて、あるいは装置仕様から要求される固体撮像手段のサイズ、画素数およびフレームレート等に基づいて決定される、固体撮像手段の1画素において受光しうる最大光量に相当する電子量を意味する。

#### 【0012】

「所定時間」とは、一般的なテレビレートにおける1フレームの読出時間をいう。具体的には、NTSC方式のテレビレートは30フレーム/sec、PAL方式のテレビレートは25フレーム/sec、ハイビジョン方式は60フレーム/secであるため、所定時間を1/30秒、1/25秒あるいは1/60秒とすればよい。

#### 【0013】

なお、本発明による撮像装置においては、さらに、

$$n_r^2 / n_d = 1 / (2NM^2)$$

の関係を満たすようにしてもよい。

#### 【0014】

本発明による画像撮像装置は、照明光を被測定部まで導光して照射する照射手段と、該照射手段による前記照明光の照射により前記被測定部から発生する光学像を撮像する本発明による撮像装置とを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0015】

なお、本発明による画像撮像装置においては、前記照射手段および前記撮像装置の一部または全部を、生体内部に挿入される挿入部を有する内視鏡の形態としてもよい。これに

より、本発明による画像撮像装置を、内視鏡装置として有効に利用することができる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0016】**

以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は本発明の実施形態による撮像装置を用いた内視鏡装置の構成を示す概略構成図である。図1に示すように、この内視鏡装置は生体観察部9に、照明光であるR光（赤色光）L<sub>r</sub>、G光（緑色光）L<sub>g</sub>、B光（青色光）L<sub>b</sub>、参照光（近赤外光）L<sub>s</sub>および励起光L<sub>e</sub>を順次照射して、生体観察部9において反射された反射像および生体観察部9において発生した蛍光像を電荷増倍型のCCD撮像素子により撮像し、観察部の画像をカラー画像としてモニタに表示する面順次方式の内視鏡装置であり、先端に電荷増倍型のCCD撮像素子を備え、患者の病巣と疑われる部位に挿入される内視鏡挿入部100、生体観察部9において得られた情報を表す画像データを処理する画像データ処理部1、および画像データ処理部1において処理された画像データを可視画像として表示するモニタ200から構成される。

**【0017】**

内視鏡挿入部100は、内部に先端まで延びるライトガイド101およびCCDケーブル102を備えている。ライトガイド101およびCCDケーブル102の先端部、すなわち内視鏡挿入部100の先端部には、照明光学系103、励起光カットフィルタ104および集光レンズ105を備えている。

**【0018】**

CCDケーブル102の先端部には、微少な帯域フィルタ要素がモザイク状に組み合わされたモザイクフィルタ108がオンチップされた電荷増倍型のCCD撮像素子106が接続され、CCD撮像素子106にはプリズム107が取り付けられている。励起光カットフィルタ104は、波長420nm以上の全蛍光を透過するロングパスフィルタである。ライトガイド101の先端部と反対側の端部は後述する照明ユニット110へ接続されている。なお、CCD撮像素子106は、R光L<sub>r</sub>、G光L<sub>g</sub>およびB光L<sub>b</sub>の照射により生体観察部9において得られた反射像Z<sub>r</sub>、Z<sub>g</sub>、Z<sub>b</sub>と、励起光L<sub>e</sub>の照射により生体観察部9から発生した蛍光像Z<sub>e</sub>と、参照光L<sub>s</sub>の照射により生体観察部9において得られた反射像Z<sub>s</sub>（以下これらを光学像と称する）とを撮像し、デジタル値に変換して画像データとして出力するものである。

**【0019】**

図2はCCD撮像素子106の構成を示す図である。図2に示すように、CCD撮像素子106はフレームトランസファー型のCMD-CCD撮像素子であり、撮像した光学像を信号電荷へ変換する受光部21、信号電荷の一時的蓄積および転送を行う蓄積部22、信号電荷の水平転送を行う水平転送部23、入力された増倍率制御信号に基づいて信号電荷を増倍する電荷増倍部24、および信号電荷を信号電圧へ変更し、増幅して出力端子27から後述する画像処理ユニット130へ出力する出力部25を備えている。

**【0020】**

受光部21は、光電変換および信号電荷の垂直転送を行う垂直転送CCD31が縦n個、横n'個並んで構成されている。説明を簡単にするために、図2においては縦3つ横4つの垂直転送CCD31から構成された受光部21を記載しているが、実際のCCD撮像素子106は、縦横ともに、数百個の垂直転送CCD31が設けられている。

**【0021】**

蓄積部22は、薄い金属膜等により光遮蔽され、信号電荷の一時的蓄積および垂直転送を行う垂直転送CCD33から構成されている。水平転送部23は、水平転送CCD35から構成されている。

**【0022】**

電荷増倍部24は、m個の電荷増倍セル36から構成されている。電荷増倍部24に入力された信号電荷は、連続したパルス信号である増倍率制御信号に基づいて、増倍されながら順次転送される。この電荷増倍セル36は、強度の電荷領域中で伝電子と原子を衝突させ、イオン化によって生じる電荷増倍効果を用いて、入力された電荷を増倍して出力す

るものであり、その増倍率は、上記増倍率制御信号の信号特性により変化する。なお、図2においては、蓄積部22、水平転送部23および電荷増倍部24も、受光部21と同様に簡略化されて記載されている。

### 【0023】

出力部25は、信号電荷を信号電圧（出力信号）へ変換する電荷検出部37および出力信号を增幅する出力アンプ38を備えている。

### 【0024】

ここで、本実施形態においては、CCD撮像素子106の各画素のフルウェルサイズを、装置仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量、すなわち内視鏡装置の仕様に依存する撮像面の照度およびフレームレート等に基づいて、あるいは内視鏡装置の仕様から要求されるCCD撮像素子106のサイズ、画素数およびフレームレート等に基づいて決定される、1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量（以下、装置が要求する電子量とする）の $1/M$ とし、所定時間当たりにN回の信号電荷の読み出しを行うものとする。具体的には、CCD撮像装置106の垂直転送CCD33が蓄積可能な最大の電子量を、上記装置が要求する電子量の $1/M$ としている。なお、画素サイズ、電荷転送路の大きさ等の寸法に応じて、垂直転送CCD33以外の他のCCDが蓄積可能な最大の電子量を、装置が要求する電子量の $1/M$ としてもよい。以下、MおよびNの決定方法について説明する。

### 【0025】

装置が要求する電子量と等しいフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子において、所定時間当たりに1回の読み出しを行うことにより得られる信号電荷の強度（以下単に出力信号とする）をS、ダークノイズをnd、読出ノイズをnrとすると、出力信号Sに含まれるノイズn0は、下記の式（1）により表される。

#### 【数1】

$$n0 = \sqrt{S + nr^2 + nd} \quad (1)$$

### 【0026】

ここで、所定時間とは、後述する回転フィルタ114を透過する各色または波長域の光のそれぞれが、回転フィルタ114が1回転する間に生体観察部9に照射される時間を言う。以下この所定時間を規定読み出時間と称する。本実施形態においては、規定読み出時間当たりに蓄積部22からN回の信号電荷の読み出しを行うものであり、N回読み出しを行う際に1回当たりの読み出しにより得られる出力信号に含まれるノイズをn1とすると、ノイズn1は下記の式（2）により表される。

#### 【数2】

$$n1 = \sqrt{\frac{S}{N} + (nr^2 \times N) + \frac{nd}{N}} \quad (2)$$

### 【0027】

したがって、N回読み出された出力信号を積算して得られた積算信号に含まれるノイズn1'は、下記の式（3）により表される。

## 【数3】

$$\begin{aligned}
 n1' &= \sqrt{\sum_N n1^2} = n1 \times \sqrt{N} \\
 &= \sqrt{\frac{S}{N} + (nr^2 \times N) + \frac{nd}{N}} \times \sqrt{N} \\
 &= \sqrt{S + nr^2 \times N^2 + nd} \quad (3)
 \end{aligned}$$

## 【0028】

また、本実施形態においては、CCD撮像素子106の各画素のフルウェルサイズを、装置が要求する電子量の1/Mとしている。ここで、フルウェルサイズを装置が要求する電子量の1/Mとし、規定読出時間当たりにN回読み出した場合の1回の読み出し当たりに得られる出力信号に含まれるノイズn2は下記の式(4)により表される。

## 【数4】

$$n2 = \sqrt{\frac{S}{N} + (nr^2 \times N) + \frac{nd}{N \times M}} \quad (4)$$

## 【0029】

したがって、1回の読み出し毎に得られるN個の出力信号を積算して得た積算信号に含まれるノイズniは、下記の式(5)により表される。

## 【数5】

$$ni = \sqrt{S + nr^2 \times N^2 + \frac{nd}{M}} \quad (5)$$

## 【0030】

ここで、本実施形態においては、各画素のフルウェルサイズを装置が要求する電子量の1/Mとともに、規定読出時間当たりにN回の読み出しを行った場合において得られる積算信号に含まれるノイズが、装置が要求する電子量と等しいフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子を用いて、規定読出時間当たりに1回の読み出しを行った場合において得られる出力信号に含まれるノイズよりも小さいこと、すなわち、 $n0 > ni$ となることが必要である。したがって、

## 【数6】

$$\sqrt{S + nr^2 + nd} > \sqrt{S + nr^2 \times N^2 + \frac{nd}{M}} \quad (6)$$

## 【0031】

であり、式(6)を変形すると、

## 【数7】

$$\begin{aligned}
 nr^2 + nd &> nr^2 \times N^2 + \frac{nd}{M} \\
 nd \left(1 - \frac{1}{M}\right) &> nr^2 (N^2 - 1) \quad (7)
 \end{aligned}$$

## 【0032】

となる。よって、式(7)の関係を満たすように、MおよびNを設定することにより、本

実施形態において得られる積算信号のS/Nを向上することができる。

【0033】

さらに、ノイズが最小となるMおよびNの条件を考える。式(5)をM, Nについてそれぞれ微分すると、

【数8】

$$\begin{aligned}\frac{dn_i}{dM} &= \frac{d}{dM} \sqrt{S + nr^2 \cdot N^2 + \frac{nd}{M}} \\ &= \frac{-1}{\left[ 2 \cdot \left( S + nr^2 \cdot N^2 + \frac{nd}{M} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \right]} \cdot \frac{nd}{M^2} \quad (8)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{dn_i}{dN} &= \frac{d}{dN} \sqrt{S + nr^2 \cdot N^2 + \frac{nd}{M}} \\ &= \frac{1}{\left( S + nr^2 \cdot N^2 + \frac{nd}{M} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \cdot nr^2 \cdot N \quad (9)\end{aligned}$$

【0034】

となる。

【数9】

$\frac{\partial n_i}{\partial N} + \frac{\partial n_i}{\partial M} = 0$  の関係が成立することが必要であるため、

$$\frac{-1}{\left[ 2 \cdot \left( S + nr^2 \cdot N^2 + \frac{nd}{M} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \right]} \cdot \frac{nd}{M^2} + \frac{1}{\left( S + nr^2 \cdot N^2 + \frac{nd}{M} \right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \cdot nr^2 \cdot N = 0 \quad (10)$$

【0035】

となり、これを変形すると、

【数10】

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{(-nd + 2 \cdot nr^2 \cdot N \cdot M^2)}{\left[ \frac{(S \cdot M + nr^2 \cdot N^2 \cdot M + nd)}{M} \right]^{\left(\frac{1}{2}\right)} \cdot M^2} = 0 \quad (11)$$

【0036】

となる。

【0037】

ここで、分母は常に0よりも大きいため、分子=0すなわち、

【数11】

$$0 = nd + 2 \cdot nr^2 \cdot N \cdot M^2 \quad (12)$$

【0038】

であることが必要である。したがって、

## 【数12】

$$\frac{nr^2}{nd} = \frac{1}{2N \cdot M^2} \quad (13)$$

## 【0039】

の時にノイズが最小となる。

## 【0040】

なお、MおよびNの値を種々変更した場合のノイズ特性を図3～図6に示す。なお、図3～図6において、縦軸は1画素当たりのノイズ（単位e<sup>-</sup>、参照符号n4iとする）であり、数値は、（信号量e<sup>-</sup>、読出ノイズe<sup>-</sup>、素子温度℃、露光時間sec、規定読出時間sec、N、M）を表す。なお、図3～図6において縦軸の値10は、装置が要求する電子量と等しいフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子を使用して図中に示した規定読出時間当たりに1回の読み出しを行った場合の1画素当たりのノイズを表す。

## 【0041】

図3は読出ノイズを0.7e<sup>-</sup>、素子温度を60℃、露光時間を1/60sec、規定読出時間を1/60secとし、規定読出時間1/60秒当たりにN=1, 2, 4, 8回の読み出しを行う場合においてMを種々変更した際のノイズ特性を示す。N=2, 4, 8の場合において、装置が要求する電子量に相当するフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子を使用して規定読出時間1/60秒当たりに1回の読み出しを行った場合、すなわちN=1, M=1の場合と同様の信号を得るためにには、N=2の場合はM=2、N=4の場合はM=4、N=8の場合はM=8とする必要がある。N=1, M=1の場合のノイズを点Aに、N=2, M=2の場合のノイズを点Bに、N=4, M=4の場合のノイズを点Cに、N=8, M=8の場合のノイズを点Dに示す。図3に示す場合においては、N=4, M=4の場合が最もノイズが少ないものとなる。

## 【0042】

図4は読出ノイズを2e<sup>-</sup>、素子温度を60℃、露光時間を1/60sec、規定読出時間を1/60secとし、規定読出時間1/60秒当たりにN=1, 2, 4, 8回の読み出しを行う場合においてMを種々変更した際のノイズ特性を示す。N=2, 4, 8の場合において、N=1, M=1の場合と同様の信号を得るためにには、N=2の場合はM=2、N=4の場合はM=4、N=8の場合はM=8とする必要がある。N=1, M=1の場合のノイズを点Aに、N=2, M=2の場合のノイズを点Bに、N=4, M=4の場合のノイズを点Cに、N=8, M=8の場合のノイズを点Dに示す。図4に示す場合においては、N=2, M=2の場合が最もノイズが少ないものとなる。

## 【0043】

図5は読出ノイズを0.7e<sup>-</sup>、素子温度を60℃、露光時間を1/60sec、規定読出時間を1/60secとし、M=1, 4, 8, 12の場合において規定読出時間1/60秒当たりの読出回数Nを種々変更して得られるノイズ特性を示す。M=4, 8, 12の場合において、N=1, M=1の場合と同様の信号を得るためにには、M=4の場合はN=4、M=8の場合はN=8、M=12の場合はN=12とする必要がある。N=1, M=1の場合のノイズを点Aに、N=4, M=4の場合のノイズを点Bに、N=8, M=8の場合のノイズを点Cに、N=12, M=12の場合のノイズを点Dに示す。図5に示す場合においては、N=4, M=4の場合が最もノイズが少ないものとなる。

## 【0044】

図6は読出ノイズを2e<sup>-</sup>、素子温度を60℃、露光時間を1/60sec、規定読出時間を1/60secとし、M=1, 4, 8, 12の場合において規定読出時間1/60秒当たりの読出回数Nを種々変更して得られるノイズ特性を示す。M=4, 8, 12の場合において、N=1, M=1の場合と同様の信号を得るためにには、M=4の場合はN=4、M=8の場合はN=8、M=12の場合はN=12とする必要がある。N=1, M=1の場合のノイズを点Aに、N=4, M=4の場合のノイズを点Bに、N=8, M=8の場合のノイズを点Cに、N=12, M=12の場合のノイズを点Dに示す。

合のノイズを点Cに、N=12, M=12の場合のノイズを点Dに示す。図6に示す場合においては、N=1, M=1またはN=4, M=4の場合が最もノイズが少ないものとなる。

#### 【0045】

図3および図4の比較、並びに図5および図6の比較から、同一温度、同一露光時間、同一規定読出時間にて、装置が要求する電子量に相当するフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子を使用して1回の読み出しを行った場合、すなわちN=1, M=1の場合と同様の信号を得るようM, Nを設定した場合において、読出ノイズが小さいほど、ノイズを低減できることが分かる。

#### 【0046】

次いで、本実施形態の読出ノイズおよび温度を考慮したノイズ特性について検討する。本実施形態に用いたCCD撮像素子106は、温度21℃における1画素1秒当たりのダークノイズをnd21とすると、任意の温度Tにおける1画素1秒当たりのダークノイズnd(T)が、

#### 【数13】

$$nd(T) = nd21 \cdot 2^{\frac{T-21}{8}} \quad (14)$$

#### 【0047】

となっている。なお、本実施形態に用いたCCD撮像素子106の温度とダークノイズnd(T)との関係を図7に示す。

#### 【0048】

一方、露光時間をtexp、規定読出時間をtreadとすると、温度Tでのダークノイズnd(T, texp, tread)は、

#### 【数14】

$$nd(T, texp, tread) = nd(T) \cdot (texp + tread) \quad (15)$$

#### 【0049】

となる。式(15)を上記式(4)に代入すると、

#### 【数15】

$$n2 = \sqrt{\frac{S}{N} + (nr^2 \times N) + \frac{nd(T, texp, tread)}{N \times M}} \quad (16)$$

#### 【0050】

となる。

#### 【0051】

式(16)により読出ノイズおよび温度を考慮した場合のノイズ特性を図8および図9に示す。なお、図8および図9においては、M=Nとし、縦軸は1画素当たりのノイズ(単位e⁻、参照符号n5iとする)であり、数値は、(信号量e⁻、読出ノイズe⁻、素子温度℃、露光時間sec、規定読出時間sec, M (=N))を表す。なお、図8および図9において縦軸の値10は、装置が要求する電子量と等しいフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子を使用して1回の読み出しを行った場合の1画素当たりのノイズを表す。

#### 【0052】

図8は素子温度を60℃、露光時間を1/60sec、規定読出時間を1/60secとし、読出ノイズnr=0.7, 2, 4, 8, 12の場合においてM=Nを種々変更した場合のノイズ特性を示す。図9は素子温度を30℃、露光時間を1/60sec、規定読

出時間を $1/60\text{ sec}$ とし、読出ノイズ $n_r = 0, 7, 2, 4, 8, 12$ の場合において $M=N$ を種々変更した場合のノイズ特性を示す。

#### 【0053】

図8および図9の比較から、 $0.7\text{ e}^-$ のように読出ノイズが小さい場合には、素子温度が高く（ $60^\circ\text{C}$ ）したがってダークノイズ $n_d$ が大きい状況にあるほど、本実施形態によるノイズを低減する効果が大きいことが分かる。

#### 【0054】

図10はモザイクフィルタ108の構成を示す図である。図10に示すように、モザイクフィルタ108は、 $400\text{ nm} \sim 900\text{ nm}$ の波長域の光を透過させる広帯域フィルタ要素108aおよび $430\text{ nm} \sim 530\text{ nm}$ の波長域の光を透過させる狭帯域フィルタ要素108bが交互に組み合わされ、各帯域フィルタ要素108a, 108bはCCD撮像素子106の画素に一对一で対応している。

#### 【0055】

画像データ処理部1は、照明光を射出する照明ユニット110、画像データを表示するための画像処理を行う画像処理ユニット130、CCD撮像素子106の動作を制御するCCDコントローラ140、および各ユニットとCCDコントローラ140との制御を行うコントローラ150から構成されている。

#### 【0056】

照明ユニット110は、白色光を射出するキセノンランプからなる白色光源111、白色光源111に電気的に接続されている光源用電源112、および白色光源111から射出される白色光を集光する集光レンズ113、白色光をR光、G光、B光、参照光および励起光に順次色分解するための回転フィルタ114、および回転フィルタ114を回転させるモータ115を備えている。

#### 【0057】

図11は回転フィルタの構成を示す図である。図11に示すように、回転フィルタ114は、R, G, B,  $750\text{ nm} \sim 900\text{ nm}$ の近赤外域（IR）および $410\text{ nm}$ の励起光の波長域の光を透過するフィルタ要素114a～114e並びに光を遮光する遮光要素114fからなる。

#### 【0058】

なお、回転フィルタ114が回転することにより、R, G, B、近赤外光および励起光の生体観察部9への照射並びに遮光のサイクルが繰り返される。ここで、生体観察部9にR光Lr、G光Lg、B光Lbおよび参照光Lsが照射されている間は、モザイクフィルタ108の広帯域フィルタ要素108aを透過した光学像のみをCCD撮像素子106において検出し、励起光Leが照射されている間は広帯域フィルタ要素108aおよび狭帯域フィルタ要素108bをそれぞれ透過した蛍光像をCCD撮像素子106において検出する。

#### 【0059】

ここで、各光の生体観察部9への照射時間が、テレビレートの1フレームに相当する時間（例えば $1/60\text{ 秒}$ 、 $1/30\text{ 秒}$ 、 $1/25\text{ 秒}$ ）となるように、回転フィルタ114がモータ115により回転される。

#### 【0060】

CCDコントローラ140は、CCD撮像素子106の動作タイミングを制御する動作制御信号および電荷増倍部24における増倍率を制御する増倍率制御信号を出力するものである。使用者により設定された所望のピーク値を有する増倍率制御信号を出力することにより、電荷増倍部24での電荷増倍率を制御することができる。ここで、CCDコントローラ140は、CCD撮像素子106から1回の露光当たりにN回の信号電荷の読み出しを行うよう動作制御信号を出力する。

#### 【0061】

画像処理ユニット130は、CCD撮像素子106において得られた信号のプロセス処理を行う信号処理回路131、信号処理回路131において得られた画像データをデジタ

ル化するA/D変換回路132、反射像Z<sub>r</sub>、Z<sub>g</sub>、Z<sub>b</sub>から得られた画像データを各色毎に保存する画像メモリ133、後述するように蛍光像Z<sub>e</sub>から得られた広帯域蛍光画像を表す広帯域蛍光画像データと狭帯域蛍光画像を表す狭帯域蛍光画像データとをそれぞれ保存する蛍光画像メモリ135、反射像Z<sub>s</sub>から得られた参照画像データを保存する画像メモリ136、広帯域蛍光画像データにより表される広帯域蛍光画像および狭帯域蛍光画像データにより表される狭帯域蛍光画像の対応する各画素値の比率を算出して演算値を得、この演算値にその値の大きさに応じた色情報を割り当てて色画像を表す色画像データを生成するとともに、参照画像データにより表される参照画像の各画素値にその値の大きさに応じた輝度情報を割り当てて輝度画像を表す輝度画像データを生成し、色画像データおよび輝度画像データを合成して蛍光診断画像を表す合成画像データを生成して出力する画像生成回路137、および画像メモリ133から同時化されて出力された3色の画像データ、および画像生成回路137において生成された合成画像データをビデオ信号に変換して出力するビデオ信号処理回路134を備えている。

#### 【0062】

なお、画像生成回路137は、画像メモリ136に記憶された参照画像データにより表される参照画像と、蛍光画像メモリ135の広帯域蛍光画像データにより表される広帯域蛍光画像または狭帯域蛍光画像データにより表される狭帯域蛍光画像との対応する各画素値の比率を算出して演算値を得、この演算値にその値の大きさに応じた色情報を割り当てて色画像を表す色画像データを生成するものであってもよい。

#### 【0063】

以下、本実施形態による内視鏡装置の作用について説明する。本実施形態による内視鏡装置においては、反射像Z<sub>r</sub>、Z<sub>g</sub>、Z<sub>b</sub>の撮像、反射像Z<sub>s</sub>の撮像、および蛍光像Z<sub>e</sub>の撮像が時分割で行われ、反射像Z<sub>r</sub>、Z<sub>g</sub>、Z<sub>b</sub>に基づいた通常画像11および反射像Z<sub>s</sub>および蛍光像Z<sub>e</sub>に基づいた蛍光診断画像13がモニタ200に表示される。各光学像を時分割で撮像するために、照明ユニット110における回転フィルタ114を回転させ、白色光源111から射出される白色光を、回転フィルタ114を透過させることにより、R光L<sub>r</sub>、G光L<sub>g</sub>、B光L<sub>b</sub>、参照光L<sub>s</sub>および励起光L<sub>e</sub>が順次生体観察部9に照射される。

#### 【0064】

まず、通常画像11を表示する際の動作を説明する。白色光源111から射出された白色光が回転フィルタ114におけるフィルタ要素114aを透過してR光L<sub>r</sub>となり、このR光L<sub>r</sub>がライトガイド101により導光され、さらに照明光学系103を透過して生体観察部9に照射される。

#### 【0065】

生体観察部9において反射されたR光L<sub>r</sub>による反射像Z<sub>r</sub>は集光レンズ105により集光され、励起光カットフィルタ104を透過してプリズム107により反射され、モザイクフィルタ108の広帯域フィルタ要素108aを透過してCCD撮像素子106上に結像される。

#### 【0066】

CCD撮像素子106においては、受光部10の垂直転送CCD31により反射像Z<sub>r</sub>が受光され、光電変換されて光の強弱に応じた電気信号に変換される。

#### 【0067】

テレビレートの1フレームに相当する所定時間が経過すると、回転フィルタ114が回転して白色光源111から射出される白色光の光路上にあるフィルタ要素がR光用のフィルタ要素114aからG光用のフィルタ要素114bに切り替わる。この所定時間が経過する間、蓄積部22からN回の信号電荷の読み出しが行われる。以下、1回の読み出し動作について説明する。まず、垂直転送CCD31に蓄積された信号電荷は、蓄積部22の垂直転送CCD33へ転送される。

#### 【0068】

蓄積部22の垂直転送CCD33に転送された信号電荷は、並列に垂直転送され、水平

転送部23の水平転送CCD35に順次送り込まれる。

#### 【0069】

水平転送部23では、横1ラインの画素の信号電荷が入ると、信号電荷は水平方向に転送され、順次電荷増倍部24の電荷増倍セル36へ転送される。電荷増倍セル36において、信号電荷は増倍率制御信号に基づいて増倍されながら順次転送される。最後の電荷増倍セル36から右端に設けられた出力部25へ出力された信号電荷は、電荷検出部37において信号電圧へ変換され、出力アンプ38で増幅されて、出力端子27から出力信号として出力される。

#### 【0070】

その後、次の横1ラインの信号電荷が、蓄積部22から水平転送部23へ転送される。このような動作を繰り返すことにより、受光部10の左下の画素から右方向へ順次信号電荷が読み出され、横1ラインの信号電荷が読み出されると、次にその上の横1ラインの信号電荷が読み出され、順番に移動して、1回の読み出し動作においてR画像を形成する信号電荷が出力信号として読み出される。なお、CCD撮像素子106における撮像動作は、CCDコントローラ140から入力された動作制御信号に基づいて実行されている。

#### 【0071】

CCD撮像素子106より出力された1回分の出力信号は、画像処理ユニット130の信号処理回路131においてプロセス処理が施されてA/D変換回路132においてデジタル信号に変換され、画像メモリ133のR画像データの記憶領域へ記憶される。そして、画像メモリ133においてN回分の出力信号が積算されて、積算された出力信号からなるR画像データが画像メモリ133の記憶領域に記憶される。

#### 【0072】

以後、同様の動作によりG画像データおよびB画像データが取得され、画像メモリ133のG画像データの記憶領域およびB画像データの記憶領域にそれぞれ記憶される。

#### 【0073】

3色の画像データが画像メモリ133に記憶されると、表示タイミングに合わせて同時化されて出力され、ビデオ信号処理回路134においてビデオ信号に変換されてモニタ200に出力され、カラー画像である通常画像11として表示される。

#### 【0074】

次に蛍光診断画像13を表示する際の動作を説明する。回転フィルタ114はコントローラ150からの信号に基づいて引き続き回転されており、フィルタ要素114cに続いてフィルタ要素114dが白色光源111から射出される白色光の光路上に位置する。これにより、生体観察部9には近赤外光である参照光Lsが照射される。

#### 【0075】

生体観察部9において反射された参照光Lsの反射像Zsは、集光レンズ105により集光され、励起光カットフィルタ104を透過してプリズム107により反射され、モザイクフィルタ108の広帯域フィルタ要素108aを透過してCCD撮像素子106上に結像される。

#### 【0076】

CCD撮像素子106においては反射像Zsが受光され、光電変換されて電気信号に変換され、上記と同様にして画像処理ユニット130に入力される。画像処理ユニット130に入力された電気信号は、信号処理回路131においてプロセス処理が施されてA/D変換回路132においてデジタル信号に変換され、画像メモリ136へ参照画像データとして記憶される。

#### 【0077】

次に励起光Leによる蛍光像Zeを撮像する際の動作を説明する。回転フィルタ114はコントローラ150からの信号に基づいて引き続き回転されており、フィルタ要素114dに続いてフィルタ要素114eが白色光源111から射出される白色光の光路上に位置する。これにより、生体観察部9には励起光Leが照射される。

#### 【0078】

励起光 $L_e$ が照射されることにより生じる生体観察部9からの蛍光像 $Z_e$ は、集光レンズ105により集光され、励起光カットフィルタ104を透過してプリズム107により反射され、モザイクフィルタ108の広帯域フィルタ要素108aおよび狭帯域フィルタ要素108bをそれぞれ透過してCCD撮像素子106上に結像される。

#### 【0079】

CCD撮像素子106においては蛍光像 $Z_e$ が受光され、広帯域フィルタ要素108aおよび狭帯域フィルタ要素108bにそれぞれ対応する画素毎に光電変換されて電気信号に変換され、上記と同様にして画像処理ユニット130に入力される。画像処理ユニット130に入力された電気信号は、信号処理回路131においてプロセス処理が施されてA/D変換回路132においてデジタル信号に変換され、蛍光画像メモリ135へ広帯域蛍光画像データおよび狭帯域蛍光画像データとして記憶される。

#### 【0080】

広帯域蛍光画像データおよび狭帯域蛍光画像データが得られると、画像生成回路137では、相対応する画素において広帯域蛍光画像データおよび狭帯域蛍光画像データの信号強度の比率を算出し、その比率に対して色情報を割り当てて色画像データを得、さらに参照画像データの信号強度に輝度情報を割り当てて輝度画像データを得、これらを合成して合成画像データを生成し、ビデオ信号処理回路134へ出力する。ビデオ信号処理回路134では、合成画像データをビデオ信号に変換しモニタ200に出力する。モニタ200には、疑似カラー画像である蛍光診断画像13が表示される。

#### 【0081】

なお、蛍光診断画像13は、広帯域蛍光画像データの信号強度と狭帯域蛍光画像データの信号強度の相対的比率の変化に応じて表示色が変化し、参照画像データの信号強度に応じて輝度が変化する疑似カラーで表示されている。正常組織から発せられた蛍光と、病変組織から発せられた蛍光の表示色の差異が明らかになるような疑似カラーを設定することにより、例えば正常組織から発せられた蛍光を白色に表示し、病変組織から発せられた蛍光はピンクあるいは他の色として表示できる。このため、観察者は病変組織を容易に認識することができる。また、参照画像データの信号強度に応じて輝度が異なるため、生体観察部9の凹凸や、距離感を備えた蛍光診断画像を表示することができる。

#### 【0082】

このように、本実施形態においては、CCD撮像素子106のフルウェルサイズを、装置が要求する電子量、すなわち装置仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量の $1/M$ とし、規定読出時間当たりにN回の信号電荷の読み出しを行うとともに、 $n_d (1 - 1/M) > n_r^2 (N^2 - 1)$  の関係が成立するようにしたるものである。ここで、フルウェルサイズを小さくすると、ダークノイズを小さくすることができるものの、照明光の光量が大きい場合に信号電荷が飽和してしまう。これに対して、本実施形態のように複数回の読み出しを行えば信号電荷の飽和を回避することができる。しかしながら、読出ノイズが大きい場合に複数回の読み出しを行うことにより得られた信号電荷を積算すると、ダークノイズが小さくても得られる出力信号に含まれるノイズが大きくなってしまう。

#### 【0083】

本実施形態においては、電荷増倍型のCCD撮像素子106を使用しているため、読出ノイズを少なくすることができ、さらに $n_d (1 - 1/M) > n_r^2 (N^2 - 1)$  の関係が成立するようにしたため、装置が要求する電子量と等しいフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子において、1回の露光につき1回の読み出しを行うことにより得られる出力信号と比較して、ダークノイズを含めたノイズを低減できる。したがって、CCD撮像素子106を冷却しなくともノイズの少ない出力信号を得ることができ、その結果、高画質の通常画像11および蛍光診断画像13をモニタ200に表示することができる。

#### 【0084】

ここで、装置仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量が6万電子である場合において、CCD撮像素子106のフルウェルサイズを6万電子の $1/$

5とし、読出回数を5回とすると、 $n_d (1 - 1/M) > n_r^2 (N^2 - 1)$  の関係から、 $1/30n_d > n_r^2$  となる。

#### 【0085】

通常、フルウェルサイズが6万電子のCCD撮像素子のダークノイズは、素子温度55度で2000電子であるため、 $1/30n_d > n_r^2$  の関係から読出ノイズが約8.2電子以下であれば出力信号に含まれるノイズを低減できる。ここで、電荷増倍型のCCD撮像素子のように読出ノイズが非常に小さい撮像素子においては、読出ノイズを1電子以下とすることが可能であり、そのように読出ノイズを小さくすることにより、出力信号に含まれるノイズを低減することができる。

#### 【0086】

また、通常、CCD撮像素子はフルウェルサイズが数万電子であり、その画素サイズは数ミクロン角である。本実施形態のように、フルウェルサイズを $1/M$  とすると、装置が要求する電子量に相当するフルウェルサイズを各画素が有するCCD撮像素子と比較して、画素サイズを $1/M$  とすることができます。その結果、撮像素子のサイズを $1/M^2$  とすることができる。したがって、CCD撮像素子のサイズを小さくすることができ、その結果、本発明による撮像素子を内視鏡装置に適用した場合に、内視鏡を細径化することができる。

#### 【0087】

また、CCD撮像素子のサイズを小さくすることができるため、CCD撮像素子を製造する際に、1枚のウェハーから得られるCCD撮像素子の数を大きくすることができます。これにより、CCD撮像素子の生産効率を向上させることができる。

#### 【0088】

なお、上記実施形態においては、内視鏡装置に本発明を適用しているが、内視鏡装置以外の他の撮影装置にも本発明を適用することができる。

#### 【0089】

例えば、カメラ付きの携帯電話、カメラ付きのPDA等の携帯端末装置に搭載される撮像素子は、低温から高温に亘る非常に厳しい温度環境下において使用に耐えうことおよび携帯性の観点から小型軽量化が要求される。さらに撮像素子の高画素化および高感度化の要望もある。ここで、携帯端末装置の使用温度環境が30℃である場合、撮像素子の温度は60℃にもなるため、ダークノイズが大きくなり、得られる画像の粒状性が悪化してしまう。この場合、冷却ファンやペルチェ素子等の冷却機構により撮像素子を冷却することが考えられるが、冷却機構を設けると携帯端末装置が大型化するとともに、冷却機構がバッテリの電力を消費するため、携帯端末装置の動作時間が短くなってしまう。

#### 【0090】

したがって、本発明による撮像装置を携帯端末装置に適用することにより、冷却機構を設けなくてもノイズが少ない高画質の画像を得ることができる。例えば、撮像装置に用いられるCCD撮像素子のフルウェルサイズを、携帯端末装置の仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量の $1/4$ とし、かつ1回の露光当たりの読出回数を4回とすることにより、フルウェルサイズが携帯端末装置の仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量と等しいCCD撮像素子を用いる場合と比較して、1画素当たりに得られる出力信号の大きさを変更することなくノイズが少ない高画質の画像を得ることができる。具体的には、図8に示すように素子温度が60℃の場合、読出ノイズを $0.7 e^-$  とすると、撮像素子において発生するノイズは $N=M=4$  の場合は、 $N=M=1$  の場合と比較して約 $1/2$  に低減されるため、上記式(14)より、温度換算で約8℃の冷却と同様のノイズ低減効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0091】

【図1】本発明の実施形態による撮像装置を用いた内視鏡装置の構成を示す概略構成図

【図2】CCD撮像素子の構成を示す図

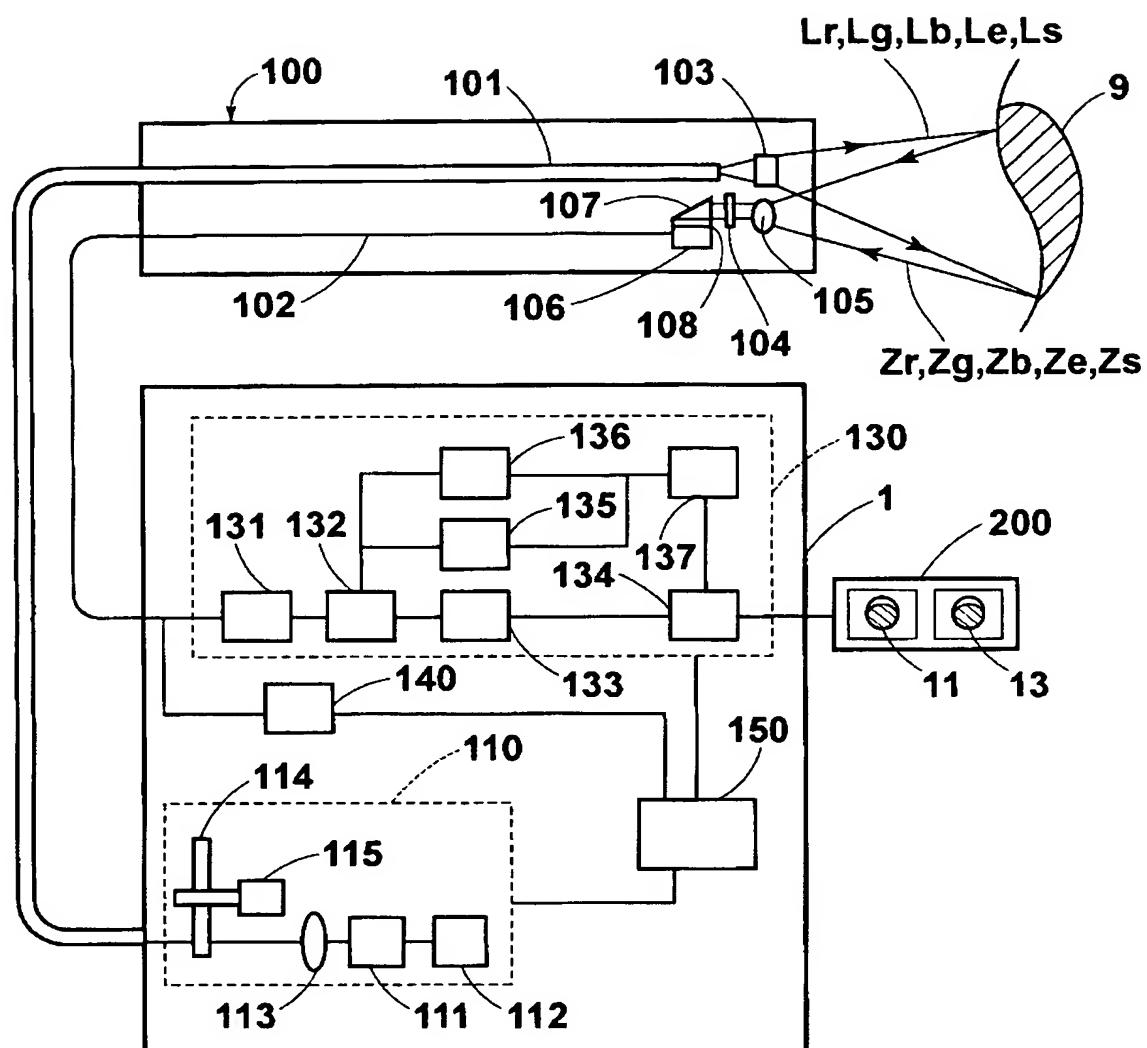
- 【図3】MおよびNの値を種々変更した場合のノイズ特性を示す図（その1）
- 【図4】MおよびNの値を種々変更した場合のノイズ特性を示す図（その2）
- 【図5】MおよびNの値を種々変更した場合のノイズ特性を示す図（その3）
- 【図6】MおよびNの値を種々変更した場合のノイズ特性を示す図（その4）
- 【図7】本実施形態に用いるCCD撮像素子の温度とダークノイズとの関係を示す図
- 【図8】読出ノイズおよび温度を考慮した場合のノイズ特性を示す図（その1）
- 【図9】読出ノイズおよび温度を考慮した場合のノイズ特性を示す図（その1）
- 【図10】モザイクフィルタの構成を示す図
- 【図11】回転フィルタの構成を示す図

**【符号の説明】****【0092】**

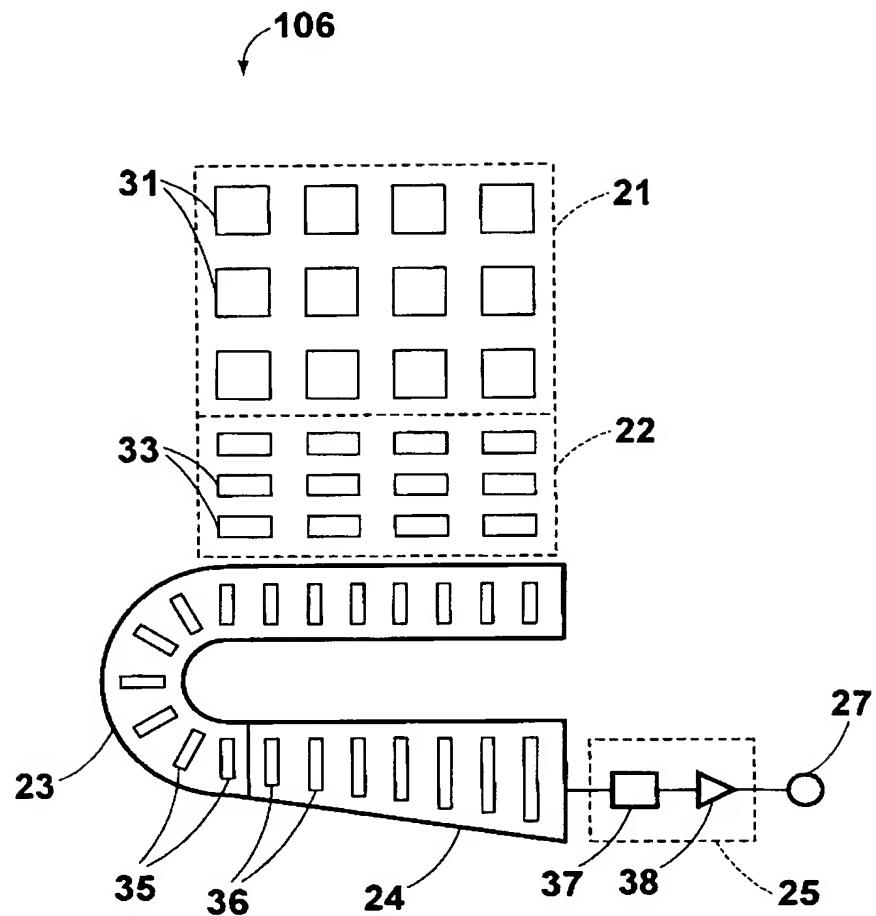
- 1 画像データ処理部
- 9 生体観察部
- 1 1 通常画像
- 1 3 蛍光診断画像
- 1 0 0 内視鏡挿入部
- 1 0 6 CCD撮像素子
- 1 0 8 モザイクフィルタ
- 1 1 0 照明ユニット
- 1 3 0 画像処理ユニット
- 1 4 0 CCDコントローラ
- 1 5 0 コントローラ
- 2 0 0 モニタ

【書類名】図面

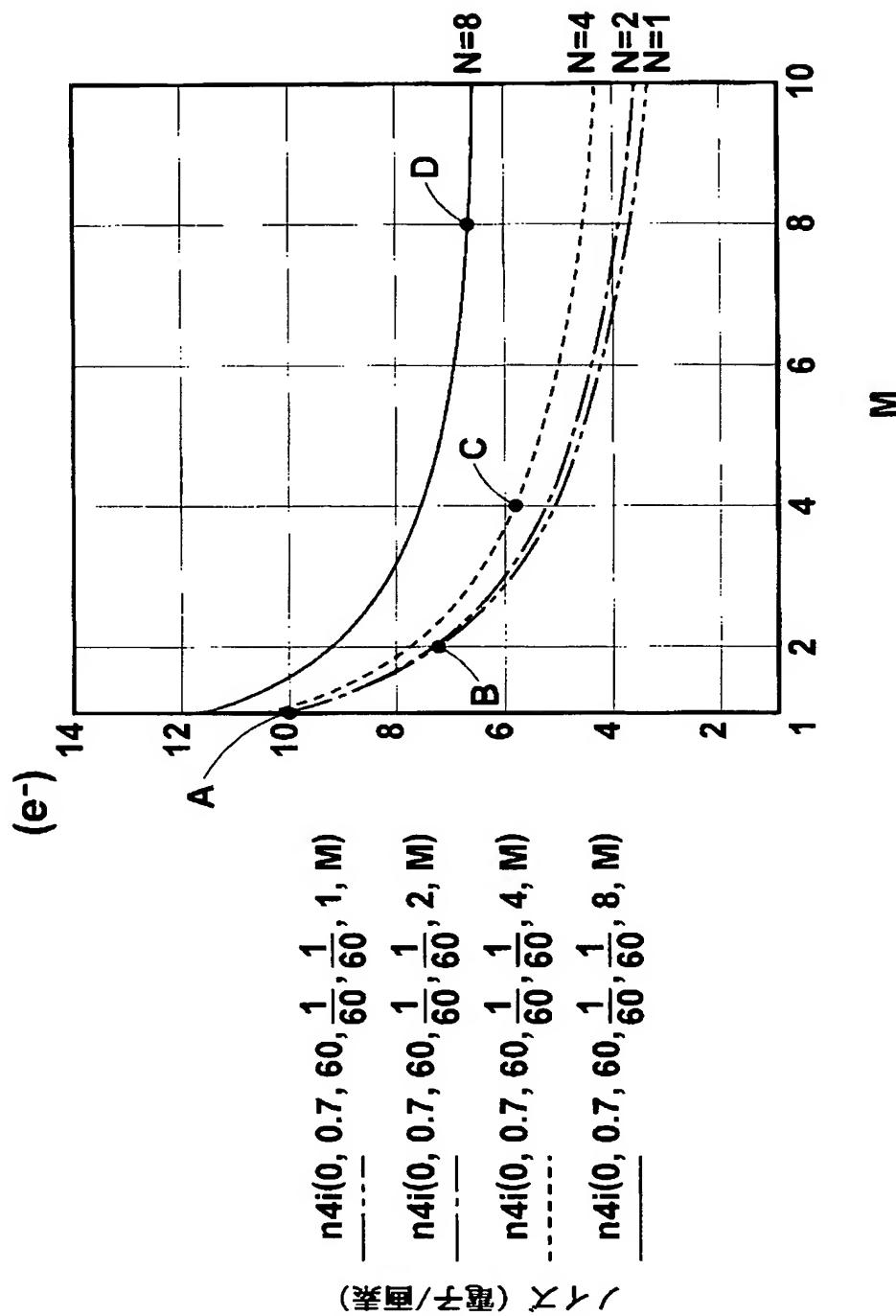
【図 1】



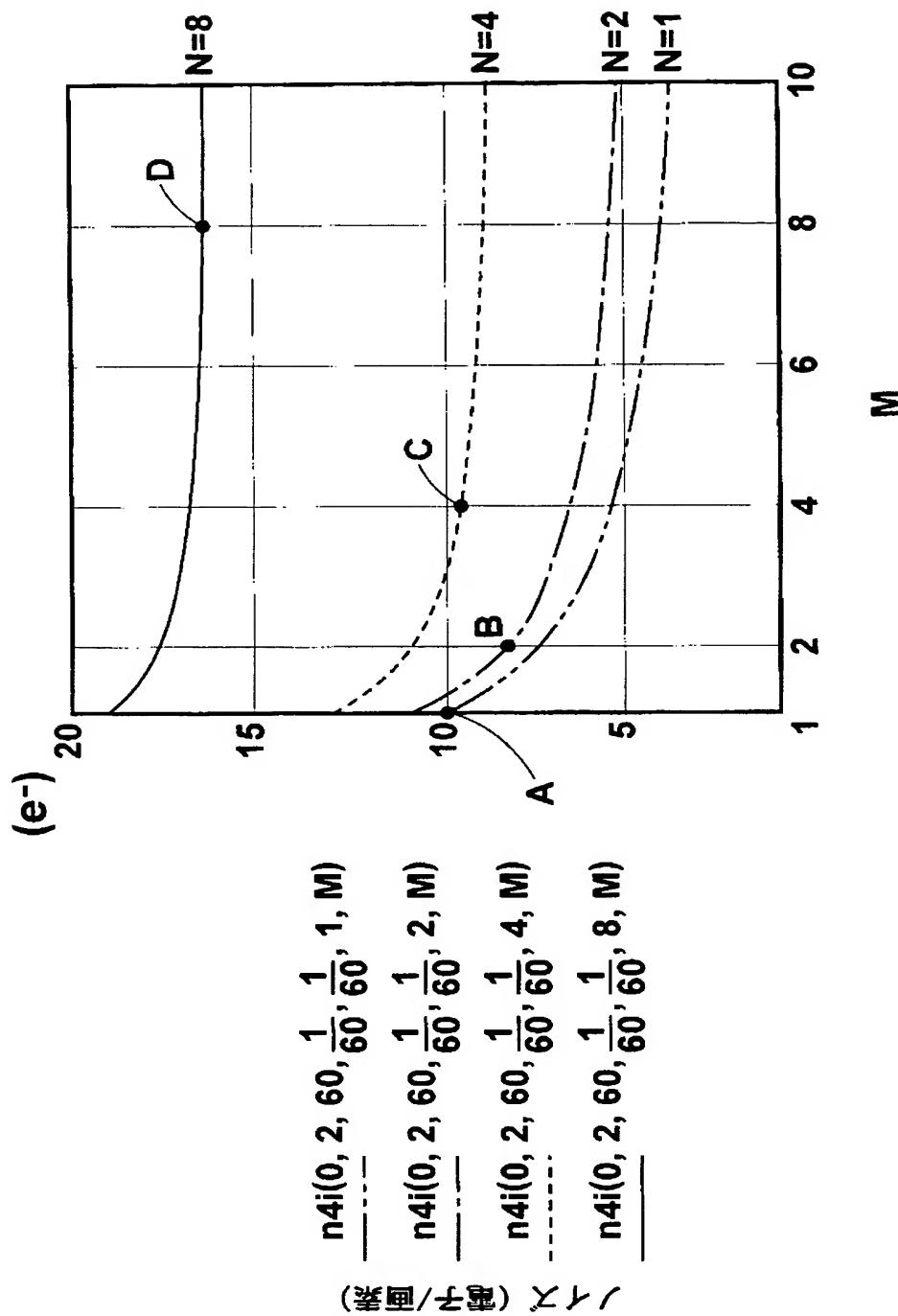
【図2】



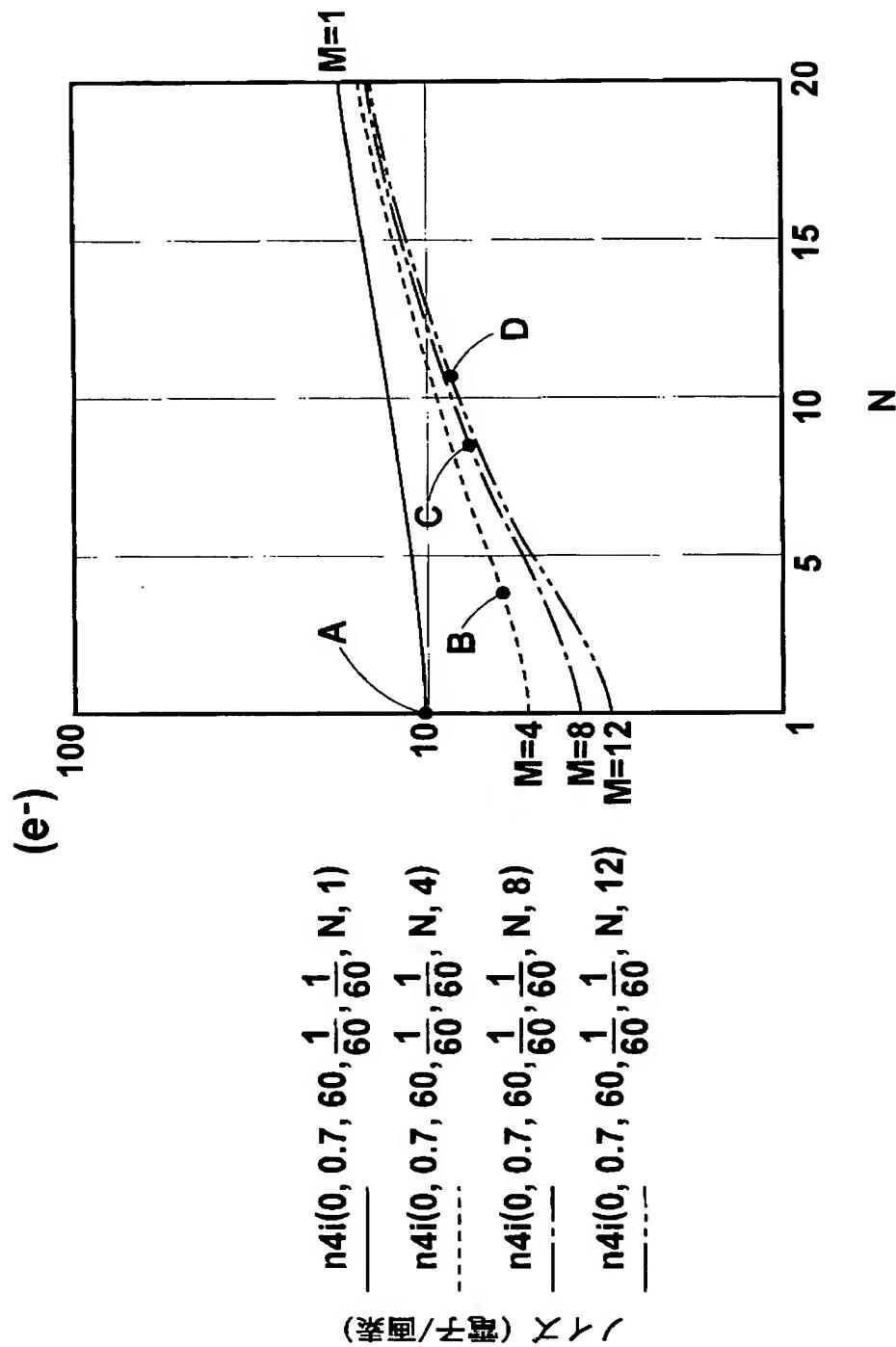
【図3】



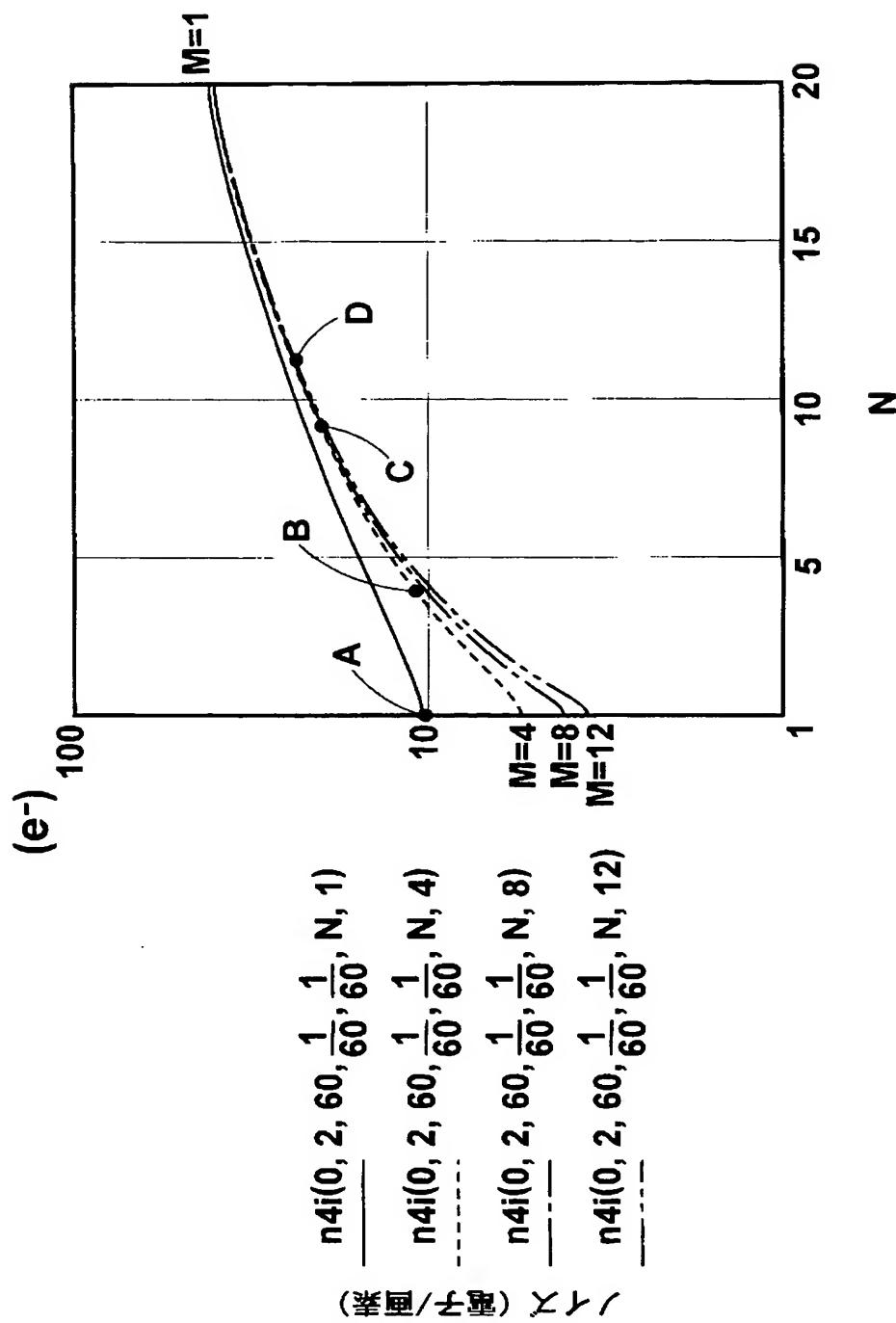
【図4】



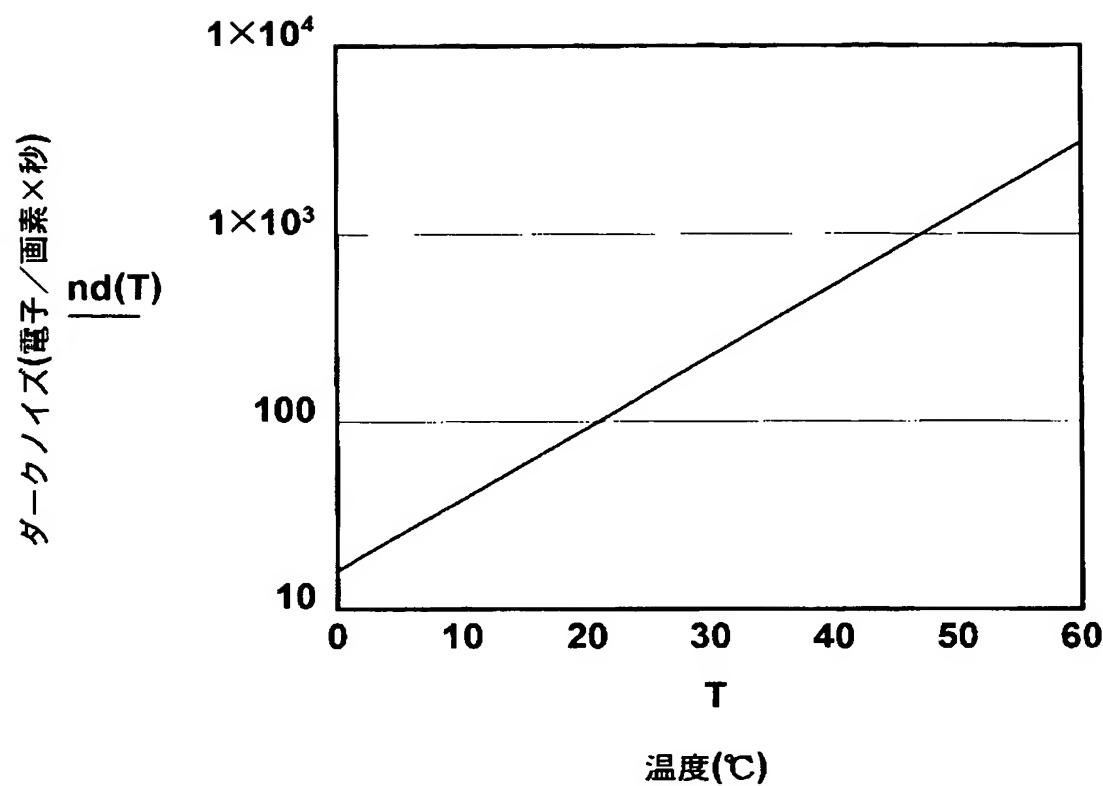
【図 5】



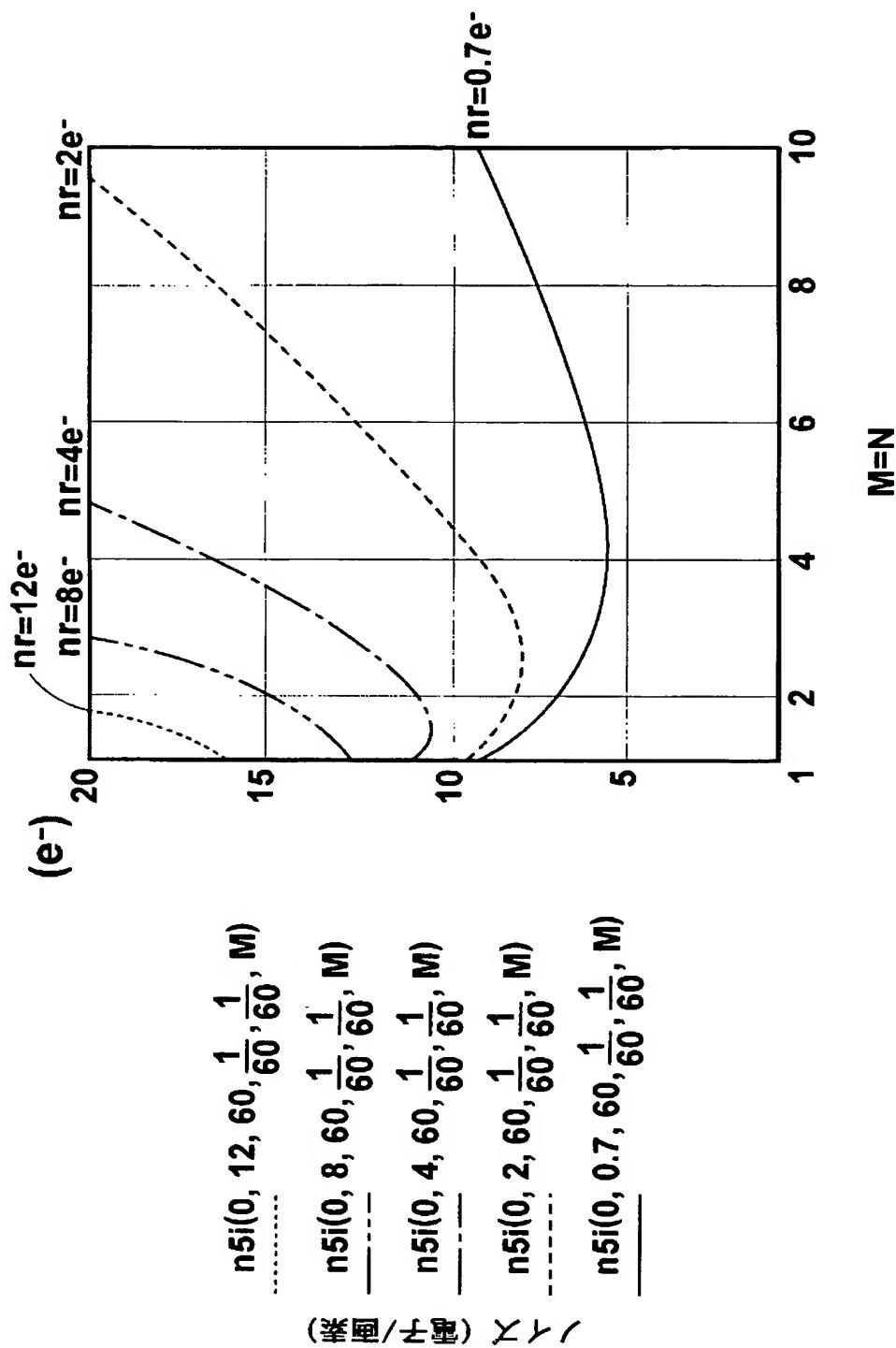
【図6】



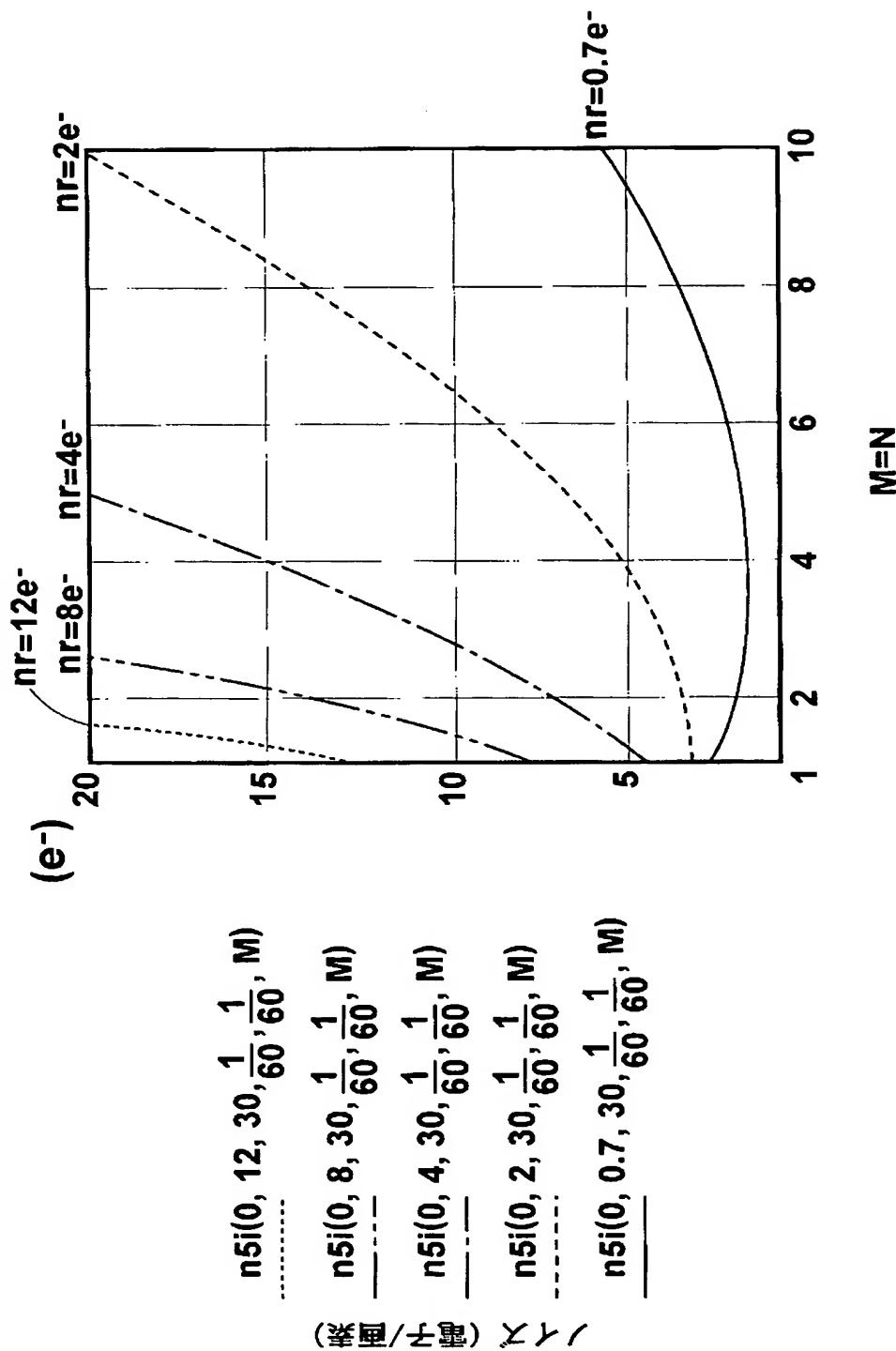
【図7】



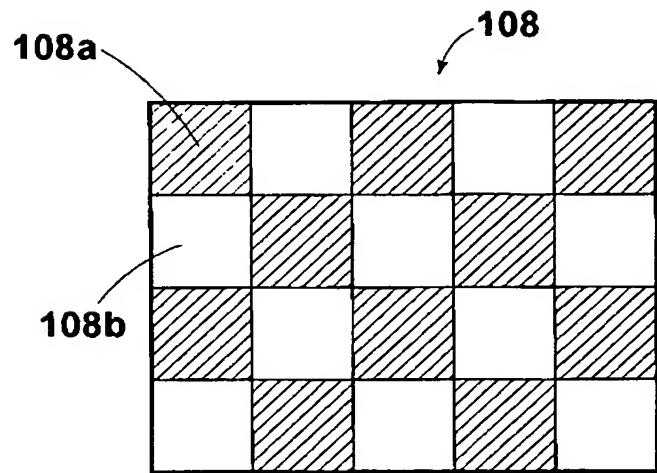
【図 8】



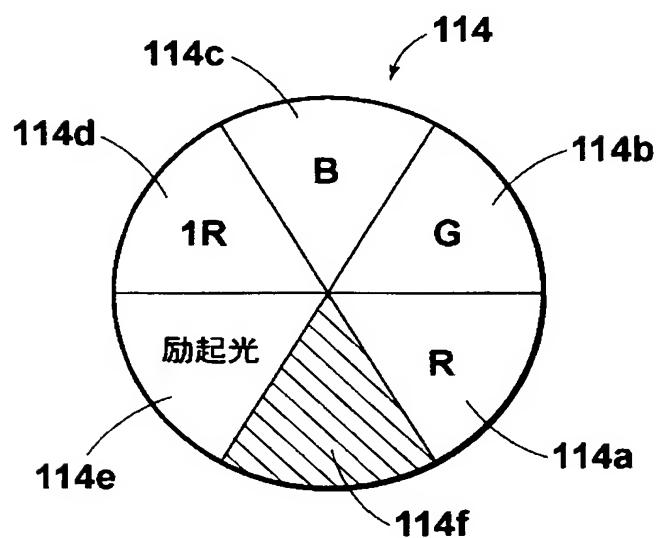
【図 9】



【図10】



【図11】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 内視鏡装置等の撮影装置において、電荷増倍型の固体撮像装置を使用しつつも、ダークノイズの影響を低減してS/Nの良好な出力信号を得る。

【解決手段】 内視鏡挿入部100の先端に設けたCCD撮像素子106を電荷増倍型の撮像素子とする。CCD撮像素子106のフルウェルサイズを、内視鏡装置の仕様により決定される1画素で受光しうる最大光量に相当する電子量の $1/M$ とし、CCD撮像素子106からテレビレートの1フレームに相当する所定時間当たりにN回の読み出しを行う。さらに、各画素のフルウェルサイズが上記電子量に相当する基準固体撮像手段から所定時間当たりに1回信号電荷の読み出しを行った場合におけるダークノイズを $n_d$ 、読み出ノイズを $n_r$ とした場合、M、N、ダークノイズ $n_d$ および読み出ノイズ $n_r$ が、 $n_d(1 - 1/M) > n_r^2(N^2 - 1)$ の関係を満たすようにする。

【選択図】

図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-282793
受付番号	50301263460
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成15年 8月 4日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 7月30日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼210番地
【氏名又は名称】	富士写真フィルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜K Sビル 7階
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜K Sビル 7階
【氏名又は名称】	佐久間 剛

特願 2003-282793

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地  
氏 名 富士写真フィルム株式会社